

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-64566

(43)公開日 平成8年(1996)3月8日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	片内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/304	3 4 1 M			
	T			
B 0 8 B 3/12	B	2119-3B		

審査請求 未請求 請求項の数8 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平6-198587

(22)出願日 平成6年(1994)8月23日

(71)出願人 591036505
菱電セミコンダクタシステムエンジニアリ
ング株式会社

兵庫県伊丹市瑞原4丁目1番地

(71)出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72)発明者 黒田 健

伊丹市瑞原4丁目1番地 菱電セミコンダ
クタシステムエンジニアリング株式会社内

(72)発明者 菅野 至

伊丹市瑞原4丁目1番地 三菱電機株式会
社ユー・エル・エス・アイ開発研究所内

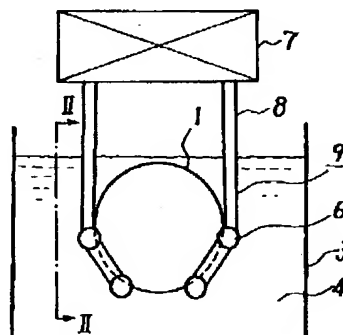
(74)代理人 弁理士 高田 守 (外4名)

(54)【発明の名称】 半導体ウエハ洗浄装置

(57)【要約】

【目的】 半導体ウエハの洗浄が効果的になされるとともに洗浄むらが生じない半導体ウエハ洗浄装置を得ること。

【構成】 保持部9に保持された複数の半導体ウエハ1を洗浄液4中に浸漬し半導体ウエハ1表面に付着している汚染物を除去する半導体ウエハ洗浄装置において、保持部9を振動させる振動手段7を設けた。



1:半導体ウエハ 7:高周波振動装置(振動手段)
3:処理槽 9:保持部
4:洗浄液

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 保持部に保持された複数の半導体ウエハを処理槽の洗浄液中に浸漬し上記半導体ウエハ表面に付着している汚染物を除去する半導体ウエハ洗浄装置において、上記保持部を振動させる振動手段を備えたことを特徴とする半導体ウエハ洗浄装置。

【請求項2】 振動手段は高周波で振動する高周波振動装置であることを特徴とする請求項1に記載の半導体ウエハ洗浄装置。

【請求項3】 振動手段はピストン運動によって保持部に上下振動を伝搬するピストン振動発生装置であることを特徴とする請求項1に記載の半導体ウエハ洗浄装置。

【請求項4】 振動手段は、円板状でなり軸心をはずれた位置に突出した係合ピンを有する回転板と、上記係合ピンと係合し上記回転板の回転により移動する上記係合ピンの円軌道を保持部に伝搬する保持棒とで形成された回転振動発生装置であることを特徴とする請求項1に記載の半導体ウエハ洗浄装置。

【請求項5】 保持部に保持された複数の半導体ウエハを処理槽の洗浄液中に浸漬し上記半導体ウエハ表面に付着している汚染物を除去する半導体ウエハ洗浄装置において、上記保持部を振動させる振動手段と、上記処理槽を介して上記洗浄液を振動させる液振動手段とを備えたことを特徴とする半導体ウエハ洗浄装置。

【請求項6】 保持部に保持された複数の半導体ウエハを処理槽の洗浄液中に浸漬し上記半導体ウエハ表面に付着している汚染物を除去する半導体ウエハ洗浄装置において、上記保持部を振動させる振動手段と、上記保持部に上記半導体ウエハを回転させる回転手段を備えていることを特徴とする半導体ウエハ洗浄装置。

【請求項7】 洗浄液に高周波振動を与えながら噴射させる機構を備え、保持部にほぼ水平に保持された半導体ウエハの表面上に上記洗浄液を噴射して上記表面の洗浄をする半導体ウエハ洗浄装置において、上記保持部を振動させ上記半導体ウエハを加速度運動させる振動手段を備えていることを特徴とする半導体ウエハ洗浄装置。

【請求項8】 洗浄液は4℃以下の純水であることを特徴とする請求項1、5～7のいずれかに記載の半導体ウエハ洗浄装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、半導体ウエハ洗浄装置に関し、特に洗浄液中の半導体ウエハを振動させる振動手段に関するものである。

【0002】

【従来の技術】図9はこの種の従来の半導体ウエハ洗浄装置の概略構成を示す断面図である。図において、1は半導体ウエハ、2は半導体ウエハ1を保持するための保持部、3は処理槽、4は処理槽3に入れられた半導体ウエハ1の洗浄液で一般的に純水やアンモニア過酸化水素

2

水溶液等が用いられる。5は処理槽3の底側に接して高周波発振する振動子部5aを有する高周波発振装置である。

【0003】このような構成の従来の半導体ウエハ洗浄装置は、半導体ウエハ1複数の数が所定間隔で並列に保持部2に保持されて処理槽3内の洗浄液4に浸漬される。洗浄液4には高周波発振装置5の作動によって高周波振動の加速度が与えられているので、洗浄液4と接している半導体ウエハ表面の洗浄が効果的に行われるものである。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】従来の半導体ウエハ洗浄装置は以上のように構成されているので、洗浄液4に対し、高周波振動の加速度を与えているため、半導体ウエハ1と振動子部5aの距離が離れると洗浄効果が減少する。よって、必要とする高周波振動以上の発振が必要になる。また、振動子部5aの取付位置によって振動の方向性が決まってしまう、即ち洗浄の方向が限定される。さらに、800KHz以上の高周波振動では、振動波の指向性が強いので、半導体ウエハ面内で洗浄むらが生じる。即ち、半導体ウエハ表面上の凹凸のくぼみに振動が伝わらないなどの問題点があった。

【0005】この発明は、以上のような問題点を解消するためになされたもので、洗浄が効果的になされるとともに洗浄むらが生じない半導体ウエハ洗浄装置を得ることを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】この発明に係る請求項1の半導体ウエハ洗浄装置は、保持部に保持された複数の半導体ウエハを処理槽の洗浄液中に浸漬し半導体ウエハ表面に付着している汚染物を除去する半導体ウエハ洗浄装置において、保持部を振動させる振動手段を設けたものである。

【0007】また、請求項2の半導体ウエハ洗浄装置は、請求項1において、振動手段は高周波で振動する高周波振動装置としたものである。

【0008】また、請求項3の半導体ウエハ洗浄装置は、請求項1において、振動手段はピストン運動によって保持部に上下振動を伝搬するピストン振動発生装置としたものである。

【0009】また、請求項4の半導体ウエハ洗浄装置は、請求項1において、振動手段は、円板状でなり軸心をはずれた位置に突出した係合ピンを有する回転板と、係合ピンと係合し回転板の回転により移動する係合ピンの円軌道を保持部に伝搬する保持棒とで形成された回転振動発生装置としたものである。

【0010】また、請求項5の半導体ウエハ洗浄装置は、保持部に保持された複数の半導体ウエハを処理槽の洗浄液中に浸漬し上記半導体ウエハ表面に付着している汚染物を除去する半導体ウエハ洗浄装置において、上記

保持部を振動させる振動手段と、上記処理槽を介して上記洗浄液を振動させる液振動手段とを設けたものである。

【0011】また、請求項6の半導体ウエハ洗浄装置は、保持部に保持された複数の半導体ウエハを処理槽の洗浄液中に浸漬し半導体ウエハ表面に付着している汚染物を除去する半導体ウエハ洗浄装置において、保持部を振動させる振動手段と、保持部に半導体ウエハを回転させる回転手段を設けたものである。

【0012】また、請求項7の半導体ウエハ洗浄装置は、洗浄液に高周波振動を与えながら噴射させる機構を備え、保持部にほぼ水平に保持された半導体ウエハの表面に洗浄液を噴射して表面の洗浄をする半導体ウエハ洗浄装置において、保持部を振動させ半導体ウエハを加速度運動させる振動手段を設けたものである。

【0013】また、請求項8の半導体ウエハ洗浄装置は、請求項1、5～7のいずれかにおいて、洗浄液は4℃以下の純水としたものである。

【0014】

【作用】この発明における半導体ウエハ洗浄装置の振動手段は、半導体ウエハを保持している保持部を介して半導体ウエハを洗浄液中で振動させるため、振動の減衰なく半導体ウエハを加速度運動させ半導体ウエハ表面に大きい流体抵抗を生じさせる。

【0015】また、この発明における半導体ウエハ洗浄装置の高周波振動装置は、半導体ウエハを保持する保持部を介して半導体ウエハを洗浄液中で高周波振動させるため、高周波振動が減衰なく半導体ウエハに伝搬され半導体ウエハ表面に大きい流体抵抗を生じさせる。

【0016】また、この発明における半導体ウエハ洗浄装置のピストン振動発生装置は、半導体ウエハを保持する保持部を介して半導体ウエハを洗浄液中でピストン状に上下振動させるため、上下振動が減衰なく半導体ウエハに伝搬され半導体ウエハ表面に大きい流体抵抗を生じさせる。

【0017】また、この発明における半導体ウエハ洗浄装置の回転振動発生装置は、半導体ウエハを保持する保持部を介して半導体ウエハを洗浄液中で円軌道に沿った回転移動の振動が減衰なく半導体ウエハに伝搬され、半導体ウエハ表面の全方向に大きい流体抵抗を生じさせる。

【0018】また、この発明における半導体ウエハ洗浄装置の液振動手段は、洗浄液を振動させることにより、半導体ウエハ自身の直接振動に加え半導体ウエハ表面により大きな流体抵抗を生じさせる。

【0019】また、この発明における半導体ウエハ洗浄装置の保持部の回転手段は、振動中の半導体ウエハを洗浄液中で半導体ウエハ自身を回転させるため、半導体ウエハ表面に全方向性の振動を与えることになり洗浄効果を向上させる。

【0020】また、この発明における半導体ウエハ洗浄装置の振動手段は、一枚毎に洗浄液を高周波振動させ噴射して半導体ウエハの表面洗浄をする際に、保持部を振動させ半導体ウエハ自身を加速度運動させる。

【0021】また、この発明における半導体ウエハ洗浄装置は、洗浄液に4℃以下の純水を用いたことにより洗浄する半導体ウエハ表面に対する流体抵抗が大きくなる。

【0022】

【実施例】

実施例1. 以下、この発明の実施例1を図について説明する。図1はこの発明の実施例1における半導体ウエハ洗浄装置の概略構成を示す断面図、図2は図1における線I I-I Iに沿った側面図である。図において、1、3、4は従来と同様でありその説明は省略する。6は半導体ウエハ1を支える支持部、7は振動手段で高周波振動を発生する高周波振動装置、8は支持部6と高周波振動装置7間に介在し支持部6に高周波振動を伝搬する保持棒で6と7で、支持部6とともに保持部9が形成される。

【0023】次に動作について説明する。半導体ウエハ1複数の所定間隔で並列に支持部6に保持されて処理槽3内の洗浄液4に浸漬される。この状態で高周波振動装置7を作動し高周波振動を発生させ保持棒8を介して支持部6に高周波振動を伝搬する。これにより支持部6に保持された半導体ウエハ1に高周波振動を与える。このように半導体ウエハ1自身が高周波振動しているので、従来のように振動源から距離による振動の減衰が無く、また、同時に半導体ウエハ表面に大きい流体抵抗が得られ、高い洗浄効果を得ることができる。

【0024】実施例2. なお、実施例1では振動手段を高周波振動装置としたものを示したが、実施例2として図3に示すように例えばエンジンまたはエアー等で駆動され、上下に振幅運動するピストン10を備えたピストン振動発生装置11を振動手段とし、ピストン10の上下振幅運動を保持部9に伝搬し、支持部6に保持された半導体ウエハ1を上下振幅運動させるようにしても、実施例1と同様の効果が得られる。

【0025】実施例3. 以下、この発明の実施例3を図について説明する。図4はこの発明の実施例3における半導体ウエハ洗浄装置の概略構成を示す断面図である。図において、1、3、4、6は図1と同様でありその説明は省略する。12は軸12aを要して回転し係合ピン12bに円軌道を与える回転板、13は一方が係合ピン12bと係合し他方が支持部6に連結された保持棒で、これら12、13で回転振動発生装置14を形成する。

【0026】次に動作について説明する。半導体ウエハ1複数の所定間隔で並列に支持部6に保持されて処理槽3内の洗浄液4に浸漬される。この状態で軸12aが4個同等に回転し回転板12が回転する。これにより係合

5

ピン12bは円軌道で移動し係合している保持棒13も同じ軌道で移動する。さらに保持棒13に連結されている支持部6が移動し保持された半導体ウエハ1に円運動にともなう振動を与え半導体ウエハ1の表面にあらゆる方向より大きい流体抵抗が得られ汚染物除去能力が上がる。

【0027】実施例4。以下、この発明の実施例4を図について説明する。図5はこの発明の実施例4における半導体ウエハ洗浄装置の概略構成を示す断面図である。図において、1、3、4、6～8は図1と同様でありその説明は省略する。15は処理槽3の底部側に設けられ処理槽3を介して洗浄液4に高周波振動を与える液振動手段の高周波振動部である。この構成によれば半導体ウエハ1自体の高周波振動に加えて洗浄液4が高周波振動するため、半導体ウエハ1の表面により大きな流体抵抗力を与えることができ洗浄効果が向上する。なお、この場合両高周波は洗浄むらを生じさせないよう異なった位相にしておくことが望ましい。また、この構成は実施例2に適用しても同等の効果が得られる。

【0028】実施例5。以下、この発明の実施例5を図について説明する。図6はこの発明の実施例5における半導体ウエハ洗浄装置の概略構成を示す断面図である。図において、1、3、4、7は図1と同様でありその説明は省略する。16は半導体ウエハを支持しかつ、図示していないがベルト駆動などで回転可能に取り付けられている回転手段の回転保持部、17は回転保持部16と高周波振動装置7間に介在し回転保持部16を保持している保持棒である。

【0029】次に動作について説明する。半導体ウエハ1複数枚が回転保持部16に保持されて処理槽3内の洗浄液4に浸漬される。この状態で高周波振動装置7が作動し保持棒17および回転保持部16を介して半導体ウエハ1に高周波振動を伝搬する。また、これと同時に図示していない例えばベルト駆動装置が作動し図示していないベルトを介して回転保持部16を回転させると、回転保持部16と外周を接している半導体ウエハ1が回転するものである。このように半導体ウエハ1を高周波振動の上下方向の振幅運動に対し、自身を回転させることによって、半導体ウエハ表面の汚染物に対しあらゆる方向性の振動を与えることになり汚染物除去能力が上がる。

【0030】実施例6。以下、この発明の実施例6を図について説明する。図7はこの発明の実施例6における半導体ウエハ洗浄装置の概略構成を示す斜視図である。18は枚葉式（1枚毎に処理される方式）で処理される半導体ウエハ、19はセットピン19aを有する保持部、20は振動手段で高周波振動を発生する高周波振動装置、21は保持部19と高周波振動装置20間に介在し高周波振動を伝搬する保持棒、22は洗浄液23を高周波振動を与えかつ、洗浄液23を半導体ウエハ18に噴射する機構（メガソスクラブ機構）（図示していない）

6

を備えたスプレノズルである。

【0031】次に動作について説明する。保持部19に半導体ウエハ18をセットする。この状態で高周波振動装置20を作動させることにより高周波振動は保持棒21、保持部19を介して半導体ウエハ18に伝搬される。半導体ウエハ18に高周波振動を与えた状態でスプレノズル22により洗浄液23を半導体ウエハ18に噴射する。なお、この時スプレノズル22を半導体ウエハ表面内に均一に移動させる。このように高周波振動の洗浄液23を噴射するスプレノズル22と半導体ウエハ18自身を高周波振動させる高周波振動装置20を組み合わせることにより、洗浄効果がより高まる。また、この場合枚葉式（1枚毎の処理）であるため対象物（半導体ウエハ、保持部等）の質量を低減でき半導体ウエハに対する加速度（洗浄力）が高まる。

【0032】ここで実施例1～6について従来と比較した洗浄メカニズムの説明を行う。従来例として液振動（メガソニック）が周波数 $f = 800 \text{ KHz}$ 、振幅 $A = 0.1 \mu\text{m}$ とした場合にその流体速度 V は、

$$V = A\omega = A2\pi f = 0.1 \times 10^{-6} \cdot 2\pi \cdot 800 \times 10^3 = 0.5 \text{ m/sec}$$

となる。従来の液振動（メガソニック）による洗浄では図8-(A)に示すように半導体ウエハ表面に近くなる（ h が小さくなる）ほど高周波振動による液運動速度が小さくなる。この発明における洗浄によれば半導体ウエハ自身を振動させるため表面の汚染物自体が振動による速度を直接受け、汚染物と洗浄液との相対速度が大きい。図8-(B)は半導体ウエハ表面に近くなる（ h が小さくなる）ほど半導体ウエハの高周波振動による液の相対運動速度が大きくなることを示している。このことは相対運動は剪断応力として下記式で示されこれが大きくなれば洗浄力が大きくなることである。 $\tau = \mu V / h$ （単位： $\text{N/m}^2 = \text{Pa}$ ）となる。

V ；流体速度 h ；距離 μ ；粘度（流体の種類と温度圧力によって決まる）

また、パーティクル状汚染物（球と仮定）の受ける外力（流体抵抗力）または洗浄力は

$$D = C_D \cdot \rho / 2 \cdot V^2 \cdot \pi / 4 \cdot d^2$$

C_D ；抗力係数、 ρ ；液体密度、 d ；球の直径

従って、外力（洗浄力）を大きくするには ρ または μ を大きくする方法もある。例えば洗浄液を通常使用している定温（20℃程度）の純水より4℃又は4℃以下の純水にすれば ρ または μ が大きくなるためその効果が顕著にでる。即ち実施例1～6で洗浄液に純水相当の液で純水より比重および粘度が大きい液体を選定すればより効果的である。

【0033】

【発明の効果】以上のように、この発明の請求項1によれば、保持部に保持された複数の半導体ウエハを処理槽の洗浄液中に浸漬し半導体ウエハ表面に付着している汚

7

染物を除去する半導体ウエハ洗浄装置において、保持部を振動させる振動手段を設けたので、半導体ウエハ表面に高い流体抵抗力を生じさせ効果的に洗浄できる半導体ウエハ洗浄装置が得られる効果がある。

【0034】また、この発明の請求項2によれば、請求項1において、振動手段は高周波で振動する高周波振動装置としたので、高周波振動が減衰なく半導体ウエハに伝搬され半導体ウエハ表面に大きい洗浄力を生じさせる。

【0035】また、この発明の請求項3によれば、請求項1において、振動手段は機械的ピストン運動によって保持部に上下振動を伝搬するピストン振動発生装置としたので、上下振動が減衰なく半導体ウエハに伝搬され半導体ウエハ表面に大きい洗浄力を生じさせる。

【0036】また、この発明の請求項4によれば、請求項1において、振動手段は、円板状となり軸心をはずれた位置に突出した係合ピンを有する回転板と、係合ピンと係合し回転板の回転により移動する係合ピンの円軌道を保持部に伝搬する保持棒とで形成された回転振動発生装置としたので円軌道に沿った回転移動の振動が半導体ウエハに伝搬され半導体ウエハ表面の全方向に大きい洗浄力を生じさせる。

【0037】また、この発明の請求項5によれば、保持部に保持された複数の半導体ウエハを処理槽の洗浄液中に浸漬し半導体ウエハ表面に付着している汚染物を除去する半導体ウエハ洗浄装置において、保持部を振動させる振動手段と、処理槽を介して洗浄液を振動させる液振動手段とを設けたので、半導体ウエハ自身の振動に加え洗浄液が振動し、半導体ウエハ表面により大きい洗浄力を生じさせる。

【0038】また、この発明の請求項6によれば、保持部に保持された複数の半導体ウエハを処理槽の洗浄液中に浸漬し半導体ウエハ表面に付着している汚染物を除去する半導体ウエハ洗浄装置において、保持部を振動させる振動手段と、保持部に半導体ウエハを回転させる回転手段を設けたので半導体ウエハ表面に全方向性の振動を与え洗浄効果が向上する。

【0039】また、この発明の請求項7によれば、洗浄液に高周波振動を与えながら噴射させる機構を備え、保

8

持部にほぼ水平に保持された半導体ウエハの表面に洗浄液を噴射して表面の洗浄をする半導体ウエハ洗浄装置において、保持部を振動させ半導体ウエハを加速度運動させる振動手段を設けたので、半導体ウエハ自身も加速度運動をして半導体ウエハ表面の洗浄力が大きくなる。

【0040】また、この発明の請求項8によれば、請求項1、5～7のいずれかにおいて、洗浄液は4℃以下の純水としたので、半導体ウエハ表面に対する流体抵抗力が大きくなり洗浄力を向上させる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施例1における半導体ウエハ洗浄装置の概略構成を示す断面図である。

【図2】 図1における線I-I'に沿った側面図である。

【図3】 この発明の実施例2における半導体ウエハ洗浄装置の概略構成を示す断面図である。

【図4】 この発明の実施例3における半導体ウエハ洗浄装置の概略構成を示す断面図である。

【図5】 この発明の実施例4における半導体ウエハ洗浄装置の概略構成を示す断面図である。

【図6】 この発明の実施例5における半導体ウエハ洗浄装置の概略構成を示す断面図である。

【図7】 この発明の実施例6における半導体ウエハ洗浄装置の概略構成を示す断面図である。

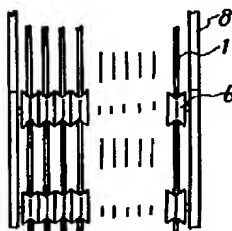
【図8】 洗浄メカニズムについての説明図で(A)に従来の場合を(B)にこの発明の場合を示す。

【図9】 従来の半導体ウエハ洗浄装置の概略構成図である。

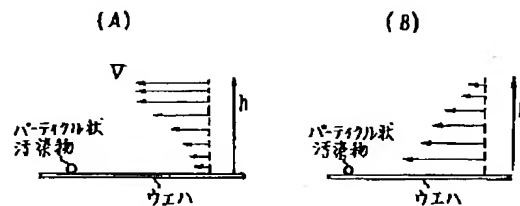
【符号の説明】

- 30 1 半導体ウエハ、3 処理槽、4 洗浄液、7 高周波振動装置(振動手段)、9 保持部、11 ピストン振動発生装置(振動手段)、12 回転板、12b 係合ピン、13 保持棒、14 回転振動発生装置(振動手段)、15 高周波振動部(液振動手段)、16 回転保持部(回転手段)、18 半導体ウエハ、19 保持部、20 高周波振動装置(振動手段)、22 高周波振動部付スプレノズル、23 高周波振動状態で噴射する洗浄液。

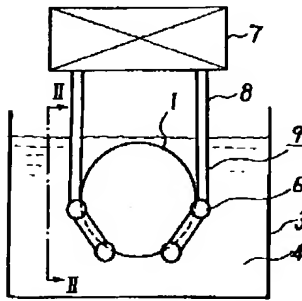
【図2】



【図8】

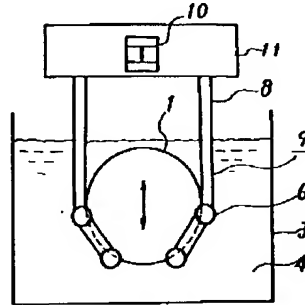


【図1】



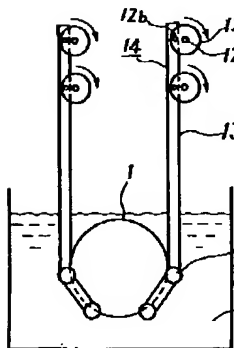
- 1: 半導体ウエハ 7: 高周波振動装置(振動手段)
3: 処理槽 9: 保持部
4: 洗浄液

【図3】



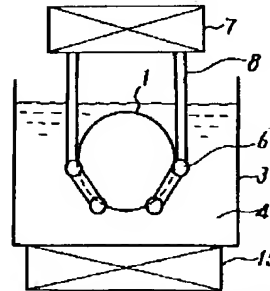
- 11: ピストン振動発生装置(振動手段)

【図4】



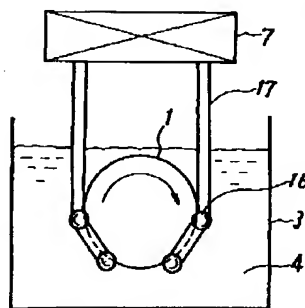
- 12: 回転板
12b: 係合ピン
13: 保持棒
14: 回転振動発生装置(振動手段)

【図5】



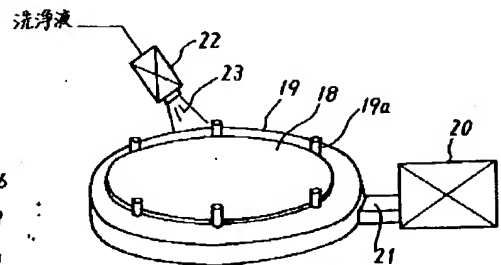
- 15: 高周波振動部(液振動手段)

【図6】



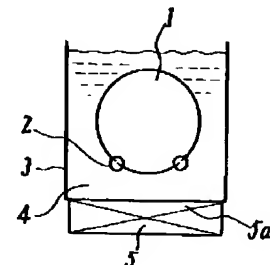
- 16: 回転保持部(回転手段)

【図7】



- 18: 半導体ウエハ 20: 高周波振動装置(振動手段)
19: 保持部 22: 高周波振動部付スプレッダ

【図9】



PAT-NO: JP408064566A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 08064566 A
TITLE: SEMICONDUCTOR WAFER CLEANING DEVICE
PUBN-DATE: March 8, 1996

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
KURODA, TAKESHI	
SUGANO, ITARU	

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
RYODEN SEMICONDUCTOR SYST ENG KKN/A	
MITSUBISHI ELECTRIC CORP	N/A

APPL-NO: JP06198587
APPL-DATE: August 23, 1994

INT-CL (IPC): H01L021/304 , B08B003/12

ABSTRACT:

PURPOSE: To execute effectively cleaning of semiconductor wafers by a method wherein in a semiconductor wafer cleaning device of a structure wherein a plurality of the semiconductor wafers held on a holding part are dipped in a cleaning liquid within a treating tank and contaminants adhered on the surfaces of the wafers are removed, a vibrating means for making the holding part vibrate is provided.

CONSTITUTION: A plurality of semiconductor wafers 1 are held on a support part 6 in parallel to each other at prescribed intervals and are dipped in a cleaning liquid 4 within a treating tank. In this state, a high-frequency vibrating device 7 is actuated, high-frequency vibrations are generated, the high-frequency vibrations are propagated to the support part 6 via holding rods 8 and the high-frequency vibrations are given to the wafers 1 held on the support part 6. In such a way, as the wafers 1 themselves make the high-frequency vibrations, there is no attenuation of the vibrations due to a distance ranging from a vibration source to the wafers 1 and at the same time, a large fluid resisting force is obtained on the surfaces of the wafers 1 and the high cleaning effect of the wafers 1 is obtained.

COPYRIGHT: (C) 1996, JPO